

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 59-095434

(43)Date of publication of application : 01.06.1984

(51)Int.Cl.

G01L 7/12

(21)Application number : 57-205761

(71)Applicant : SEIKO INSTR & ELECTRONICS LTD

(22)Date of filing : 24.11.1982

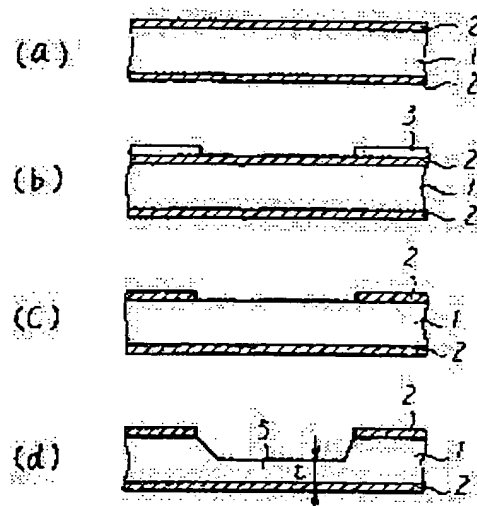
(72)Inventor : SATO HIROCHIKA

## (54) PRESSURE SENSOR

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To obtain a small-sized, lightweight pressure sensor which is of simple construction and is capable of making its accuracy high by forming a diaphragm by quartz crystal.

**CONSTITUTION:** A thin film 2 formed by the first layer made of Cr and the second layer made of Au is provided on both main surface of a quartz crystal thin plate 1 by a means for such as vapor deposition or sputtering. Next, a photoresist 3 is coated on the metal film 2 and the photoresist of a diaphragm domain is removed by exposure and development. The metallic film 2 of the diaphragm area not covered by the photoresist 3 is removed by etching the photoresist as a mask. Lastly, a diaphragm 5 is formed by etching the metal film 2 by e.g. a mixed solution of hydrofluoric acid and ammonium fluoride as a mask. At this time, the thickness  $t$  of the diaphragm 5 is controlled roughly on the basis of the time of etching but in order to improve the accuracy, moreover, the thickness  $t$  is measured by a well-known means e.g. optical measurement and the accuracy is improved by repeating the procedure.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]



⑨ 日本国特許庁 (JP)  
⑫ 公開特許公報 (A)

⑪ 特許出願公開  
昭59-95434

⑤ Int. Cl.<sup>3</sup>  
G 01 L 7/12

識別記号

庁内整理番号  
7507-2F

⑬ 公開 昭和59年(1984)6月1日

発明の数 1  
審査請求 未請求

(全 5 頁)

⑭ 圧力センサー

⑯ 特 願 昭57-205761

⑰ 出 願 昭57(1982)11月24日

⑱ 発 明 者 佐藤弘親

東京都江東区亀戸6丁目31番1

⑲ 出 願 人

号株式会社第二精工舎内

セイコー電子工業株式会社

東京都江東区亀戸6丁目31番1  
号

⑳ 代 理 人

弁理士 最上務

明 細 書

1. 発明の名称 圧力センサー

2. 特許請求の範囲

(1) 少なくとも水晶板からエッチング加工によつて形成されたダイヤフラムと、前記水晶板を支持する基板と、前記ダイヤフラム及び前記水晶板に設けられている金属薄膜とによつて構成されていることを特徴とする圧力センサー。

(2) 特許請求の範囲第1項において、ダイヤフラム及び基板に設けられた電極のどちらか一方又は両方とも複数に分割されていることを特徴とする圧力センサー。

(3) 特許請求の範囲第2項において、分割された電極の一方はダイヤフラムの中央部、他方はダイヤフラムの周辺部に対向していることを特徴とする圧力センサー。

(4) 特許請求の範囲第1項において、レーザー光によつて金属薄膜を除去することでゼロ点調整

を行なうようにしたことを特徴とする圧力センサー。

(5) 少なくとも水晶板からエッチング加工によつて形成されたダイヤフラムと、前記水晶板を支持する基板と、前記ダイヤフラム及び前記水晶板に設けられている金属薄膜とによつて構成されており、かつ前記ダイヤフラム部以外は樹脂モールドで覆われていることを特徴とする圧力センサー。

3. 発明の詳細な説明

本発明は圧力センサーの構造に関する。

本発明の目的は、小型でかつ安価な圧力センサーを提供することにある。

最近、家電製品や自動車などにマイクロコンピュータが導入されるようになっているが、それに伴ない各種センサーへの需要がいろいろと増えている。特に圧力センサーは小型・安価なものが切望されている。そのために、日1基板上に抵抗層を形成し、反対からエッチングによりダイヤフラムを作つた半導体圧力センサーが開発されている。

これは圧力に応じて生じた変圧ダイヤフラムの変形をピエゾ抵抗の変化により検出するものである。特徴として、パッチ処理で製造できる、周辺回路もモノリシックに集積できるなどがあるが、温度補償回路が絶対に必須でかつその調整が大変に面倒であること、外部の雰囲気の影響を受けやすく隔離する必要があるために容器の構造に工夫が必要であり複雑となつてしまうなどの欠点があり、未だ民生用機器にはわずかしき用いられていない。

本発明は、家電製品や自動車などの民生機器に大量に組み込まれることを目ざして発明されたものであり、水晶でダイヤフラムを形成するという新規な構造に関するものである。以下図面とともに本発明を説明していく。

第1図は本発明の圧力センサーの製造方法を示しており、1は水晶基板、2はAu、Crなどからなる金膜層、3はフォトリソistを表わす。さて第1図(a)において水晶基板1の両主面に第一層目としてCr、第二層目としてAuの薄膜2を蒸着・スパッタなどの手法により設ける。次にフォ

トリソist 3を前記金膜層2上に塗布し、第1図(b)に示すように露光・現像によりダイヤフラム領域のフォトリソistを除去する。次に第1図(c)のようにフォトリソist 3に覆われていないダイヤフラム領域の金膜層2をフォトリソistをマスクとしてエッチングし除去する。最後に第1図(d)に示すように、例えばフッ酸とフッ化アンモニウムとの混合液で金膜層2をマスクとしてエッチングしダイヤフラム5を形成するのである。この際、ダイヤフラム5の厚みはエッチング時間により大きめに管理できるが、更に精度を上げるためには公知の計測手段、例えば光学計測により $\pi$ を測定し逐次追いついてゆけば良い。

以上のように成形された水晶ダイヤフラムを用いた圧力センサーの一実施例を第2図に示す。ここで圧力センサー20は、ダイヤフラム5が形成された水晶板1と、水晶又はセラミックからなる基板12、及び両者を接合する非導電性接合剤13、更にダイヤフラム5と基板12に互いに対向すべく形成されたAu膜(下地にCr、第二層

目としてAu膜の二層でも可、10、11とそれぞれ外部に引き出された10a、11aの外部端子から成っている。なおここでは信号として電極10、11間に形成される静電容量を用いている。ここで基板12は水晶板1と熱膨張率が同じ程度で、かつ機械的強度の強いものが選ばれる。また外部端子11aは、電極膜11から基板12に設けたスルーホールにより引き出されているが、他の外部端子10aのように接合部から引き出して良いことは言うまでもない。

ここで接合材料13として非導電性接合剤が用いられているが導電性でもかまわない。従つて半田も可能である。ただし、電極の外部引き出しは電極10、11間を導通しないようにする必要がある。

このような圧力センサーは、第3図のような形で使うことができる。第3図で、圧力センサー20の外部電極端子10a、11aはリード端子25、26がそれぞれ接続されており外部電気回路(図示せず)と導通している。圧力センサー

20は電極端子10a、11a、及び第2図に示した接合部13を保護する目的で通常の電子部品と同様の樹脂モールド30でダイヤフラム以外を覆っている。以上の圧力センサーは圧力測定すべき領域のケーシング31に接合部32によつてセットされる。

以上のように本発明は非常に簡単な構造で圧力センサーを提供できるという従来では考えられない利点を有している。

ところで水晶の特徴として、

1. 優れた弾性体であること
  2. 安定な材料であること
  3. フッ酸系の液でエッチング加工できること
- の3点が挙げられるが、これにより
- a. 高いステイフネスとそれに起因する高周波レスポンス
  - b. 良好なヒステリシス特性と再現性
  - c. 雰囲気の影響を受けないので、むき出し構造が可能
  - d. パッチ配線が可能

という大きなメリットが存在することになる。従つて第1図から第3図で説明してきた本発明の圧力センサーでは、上記aとbの項目から高精度、cから小型・安価、dから安価という特徴が見出せるであろう。

本発明を更に詳細に説明する。第4図はダイヤフラムを周辺固定の円板と見なした場合のダイヤフラムの模式図であり、厚み $t$ 、直径 $2a$ 、圧力 $q$ としている。さて、中心からの距離を $r$ とした時には、圧力 $q$ とダイヤフラムのたわみ量 $w(r)$ の関係は微小変形弾性理論により求めると次のようになる。

$$w(r) = \frac{qa^4}{64k} \left[ 1 - \left( \frac{r}{a} \right)^4 \right]$$

$$k = \frac{Et^3}{12(1-\nu^2)}$$

ここで、 $E$ : ヤング率

$\nu$ : ポアソン比

(1)式から、ダイヤフラム径 $2a = 2\text{mm}$ 、水晶を

た。ここで、 $k$ 、 $k'$ はダイヤフラム厚 $t = 60\mu\text{m}$ 、 $k'$ 、 $k''$ は $t = 70\mu\text{m}$ であることを示し、 $k$ 、 $k'$ はダイヤフラム及び基板の対向する部分の電極の半径が $3a/10$  ( $a$ : ダイヤフラム径)のもの、 $k$ 、 $k'$ は電極がダイヤフラムの周辺部(電極径 $2a/10$ )で対向しているものをそれぞれ示し、第7図に一実施例を図示しておいた。

図から、ダイヤフラムの中心近傍に電極を設けた場合は、圧力と $1/\phi$ の関係は極めて良い直線となるが、周辺部に電極を設けた場合には圧力に対し $1/\phi$ がほとんど変化のしないことが認められる。この事実が、ダイヤフラム中央部と周辺部で形成される静電容量をそれぞれ比較することで容易に各種要因(例えばダイヤフラムの形状・寸法や電極の形状・寸法)により生じた特性のばらつきを取り除くことが可能であることを示し、水晶のもつ直線性と合わせて容易に高精度化が図えることを示している。当然、中心部に設けた電極のみでも高精度なものは得られることは言うまでもない。

2カット(水晶板の法線がZ軸—水晶の光学軸—方向に平行なもの)とした時の圧力とたわみの関係を求めると第5図のようになつた。ここで最大たわみとはダイヤフラム中心、即ち $r=0$ でのたわみ $w(0)$ を示している。図において、 $\gamma$ 、 $\rho$ 、 $\beta$ 、 $\eta$ はそれぞれダイヤフラム厚 $t$ が、 $60\mu\text{m}$ 、 $80\mu\text{m}$ 、 $100\mu\text{m}$ 、 $200\mu\text{m}$ の場合を示している。従つて、測定対象の圧力レンジに応じて厚み寸法 $t$ を適当に選べば良いことがわかる。

第2図において、ダイヤフラム5と基板12に設けた電極10、11間の静電容量を $C$ とすると(1)式から求まる圧力 $q$ におけるたわみ量 $w(r)$ の関係を用いて、

$$C = 2\pi\epsilon \int_0^{a'} \frac{rdr}{Q - w(r)} \quad \dots\dots(2)$$

ここで、 $\epsilon$ : ダイヤフラムと基板間の誘電率

$a'$ : 電極半径

$Q$ : 圧力0におけるたわみ量

となる。ダイヤフラム径 $2a = 2\text{mm}$ 、 $Q = 60\mu\text{m}$ 水晶は2カット板とした時の関係を第6図に示し

更にYAG(イットリウム・アルミニウム・ガーネット)レーザーの波長約 $1.06\mu\text{m}$ では水晶は透明なので、第2図の状態の外からYAGレーザー光により内部の金属薄膜を溶解・除去することで電極面積を変えることが可能なので、容易にゼロ調整が行なえるために非常に製造性に富んでいることも大きな利点となつている。

本発明の他の実施例を第8図に示す。ここでは簡単のために、水晶板1と基板2、及び電極10、11のみ示してある。第8図は下側電極11が部分電極となつており、上側電極は全面電極となつていて、第7図とは逆になつている。

本発明の説明では、ダイヤフラムと基板とで構成される空隙部の雰囲気について言及してはなかつたが、真空中でも大気圧に保たれた雰囲気( $N_2$ 又は空気など)でも可能であり、本発明の何ら限定するところではない。

以上本発明によれば、小型・微量でかつ構造が簡単なため安価な圧力センサーを提供することができる。更に、水晶自身の持つ優れた直線性及び

本発明の電極構造により高感度化が可能となる。

以上のように、本発明の効果は絶大でありその工業的価値は高い。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の圧力センサーの製造方法を示す断面図である。

第2図は本発明の圧力センサーの一実施例を示す断面図である。

第3図は本発明の圧力センサーの使用方法を説明する模式図である。

第4図は本発明の原理を説明するためのダイヤフラムの模式図である。

第5図は本発明の原理を説明するための圧力とダイヤフラムのたわみ量の関係を示すグラフである。

第6図は本発明の原理を説明するための圧力と静電容量の関係を示すグラフである。

第7図は本発明の圧力センサーの他の実施例を示す断面図である。

第8図は本発明の圧力センサーの他の実施例を示す断面図である。

1 … 水晶板

5 … ダイヤフラム

12 … 基板

10, 11 … 金剛膜

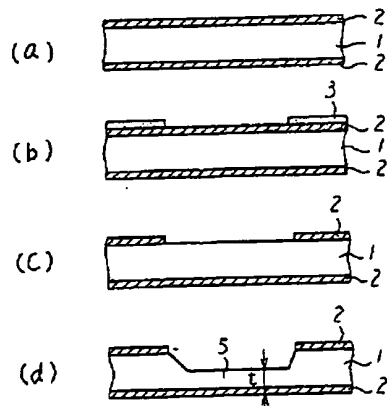
20 … 圧力センサ

以 上

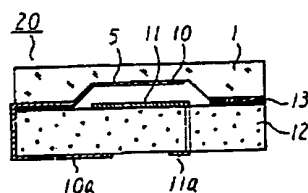
出願人 株式会社第二精工舎

代理人 弁理士 坂 上 務

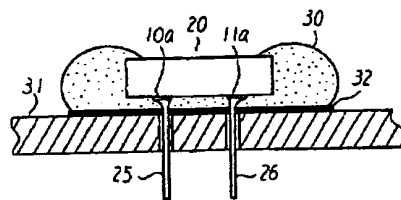
第1図



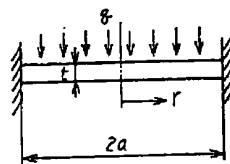
第2図



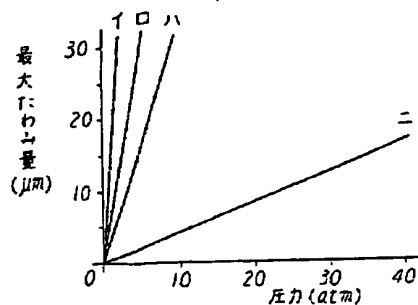
第3図



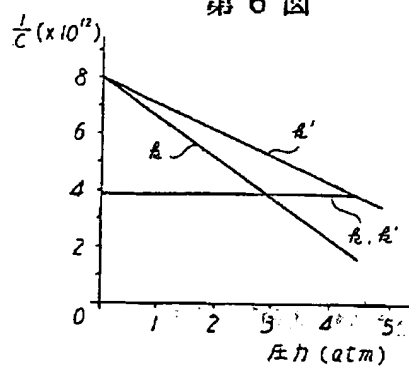
第4図



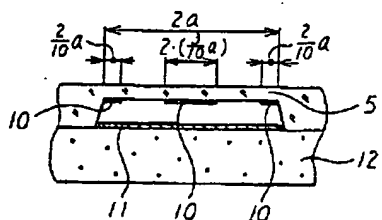
第5図



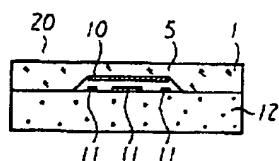
第6図



第7図



第8図



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**